



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2018:16

Leder ökad medellängd på massaved till ökad prestation vid skotning i gallring?

Does increased average length of pulpwood lead to increased production of a forwarder in thinning?



Johan Nordstrand
Carl Philip Sandberg

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp
Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2018:16
SLU-Skogsmästarskolan
Box 43
739 21 SKINNSKATTEBERG
Tel: 0222-349 50

Leder ökad medellängd på massaved till ökad prestation vid skotning i gallring?

Does increased average length of pulpwood lead to increased production of a forwarder in thinning?

Johan Nordstrand, Carl Philip Sandberg

Handledare: Torbjörn Valund, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2018

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Serienamn: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2018:16

Nyckelord: skogsekonomi, miljö, skogsägarförening



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Förord

Detta examensarbete har utförts vid skogsmästarskolan, SLU Skinnskatteberg. Våra tidigare erfarenheter inom skogsbruket har gjort att vi blivit intresserade av produktiviteten på skogsmaskiner och hur den kan förbättras. Möjligheten gavs när Sydved önskade undersöka om skotarens produktion kan förbättras med hjälp av att öka medellängden på massaved och därmed minska kostnaderna för drivning och även minska miljöpåverkan. Vi vill tacka Mattias Sjödin (skogsbbruksutvecklare på Sydved) för hjälp med datainsamling och många bra inspel för att få arbetet att fortgå på ett bra sätt. Vi vill också tacka Torbjörn Valund, entreprenören och Lukas Sjödahl för all hjälp under examensarbetets utförande.

Skinnskatteberg (maj 2018)

Johan Nordstrand
Carl Philip Sandberg

Innehållsförteckning

1. ABSTRACT	1
2. INLEDNING	3
2.1 SYFTE.....	3
2.2 SYDVED	3
2.3 GALLRING	3
2.3.1 LÅGGALLRING	5
2.3.2 HÖGGALLRING	5
2.3.3 KROGGALLRING	5
2.3.4 LIKFORMIG GALLRING.....	5
2.4 MASSAVED.....	5
2.4.1 MEKANISK MASSA.....	6
2.4.2 KEMISK MASSA.....	6
2.5 SKOTARE	6
2.6. PRODUKTION SKOTNING	7
2.6.1 LASTKAPACITET	7
2.6.2 LASTUTNYTTJANDE.....	8
2.6.3 BAND OCH SLIRSKYDD.....	9
2.6.4 BRÄNSLEFÖRBRUKNING.....	9
3. MATERIAL OCH METODER.....	11
3.1 FRAMTAGNING AV FÄLTBLANKETT FÖR TIDSSTUDIE	11
3.2 MASKINLAG	11
3.3 UTFÖRANDE AV FÄLTSTUDIE	11
3.4 BEARBETNING AV DATAINSAMLING	12
4. RESULTAT	15
4.1 PRESTATION LASTNING	15
4.2 PRESTATION AVLASTNING	15
4.3 PRESTATION TOTALT.....	16
4.4 MEDELHASTIGHET FÖR SKOTARE VID PÅLASTNING.....	16
4.5 BILDDOKUMENTATION	17
5. DISKUSSION	19
5.1 VARFÖR FOKUS PÅ DESSA MEDELLÄNGDER?.....	19
5.2 FÖRDELAR MED LÄNGRE MASSAVED.....	19
5.3 FAKTORER SOM KAN PÅVERKA TESTRESULTATET	19
5.4 INSPEL OCH TANKAR UNDER TESTETS UTFÖRANDE	20
5.5 IDÉER TILL FRAMTIDA EXAMENSARBETE	20
6. SAMANFATTNING	23

<u>7. REFERENSLISTA</u>	<u>25</u>
7.1 PUBLIKATIONER	25
7.2 PERSONLIGA KONTAKTER.....	26
<u>8. BILAGOR.....</u>	<u>27</u>

1. ABSTRACT

The purpose of this project was to determine whether the production of a forwarder is more effective when the wood is cut into pieces with an average length of 4,8 meters compared to 4,5 meters. Before the test was carried out, a harvester felled and cut the wood in a total of eighteen sample surfaces. Each of the samples surfaces had a volume of 8 m³ felled wood. All the sample surfaces had the same topography with Norway spruce. The result of the study revealed that the forwarder was more effective in loading and unloading when the average length of the wood pieces was 4,8 meters. The average time it took for the forwarder to both load and unload was 15,17 minutes compared to 17,45 minutes.

2. INLEDNING

Detta examensarbete belyser olika medellängder på massaveden och dess betydelse för hur det påverkar skotarens produktivitet. Att effektivisera skotarproduktionen genom minskad tidsåtgång per m³ påverkar ekonomin positivt men också att åtgången av diesel per m³ minskar, vilket ger en mindre påverkan på miljön.

Denna studie utfördes med fältstudier tillsammans med en entreprenör från Sydved, där de teoretiska modellerna ligger till grund för studiens utförande.

2.1 Syfte

Syftet med denna undersökning är att utföra en fältstudie för att se om produktionen ökar om man aktivt väljer att styra mot längre medellängder på massaved i gallring. Med en ökad effektivitet och produktion på skotaren bidrar det också till en mindre miljöpåverkan då bränsleförbrukningen blir lägre och mindre körning på bas respektive stickväg. Detta på grund av en högre lastvolym vid transport till bilväg.

2.2 Sydved

Sydved är ett företag som anskaffar råvara för vidareförädling av den skogsråvara som köps in av företaget. Sydved jobbar också med kostnadsfri rådgivning till markägare. Sydved ägs till två tredjedelar av Stora Enso och till en tredjedel av Munksjö AB. Sydved profilerar sig som gallringsexperter där de har tre massaindustrier att försörja med råvara i form av rundvirke. Organisationen har sitt huvudsäte i Jönköping och har ca 125 stycken anställda. Företagets geografiska arbetsområde är från Skåne upp till Närke och har inom området sju uppdelade distrikt. Sydved äger inga egna sågverk utan säljer vidare det inskaffade timret till aktörer som i sin tur vidareförädlar råvaran (Rönnqvist, 2018).

2.3 Gallring

Gallringens definition är ”beståndsvarande utglesning av skog under tillvaratagande av virke”. Detta är en vanligt förekommande åtgärd i svensk skogsskötsel. Idag sker allt som oftast en mekaniserad avverkning i gallring, d.v.s. en skördare fäller, kvistar och kapar rundvirket som därefter blir insamlat och lagt i vält av en skotare. Beroende på träslag och markens förmåga att producera växtkraft till träden varierar antalet gallringar under en omloppstid. Gallring utförs normalt 1 – 3 gånger per omloppstid. Vanligast är att förstagallring sker när beståndet har en övre höjd på 10 till 15 meter på barrskog och i lövskog är det allt som oftast något lägre beroende på skogsskötselmetod. Vid tidiga förstagallringar är stammarnas dimensioner relativt kläna vilket leder till att avverkningen blir dyr sett till avverkad kubikmeter. Dröjer gallringen däremot ”för länge” minskas storleksandelen på trädens kronor vilket leder till att trädens produktionsförmåga sjunker då det blir en lägre andel biomassa på stammen (Agestam, 2015).

Det finns ett antal olika volymenheter inom skogsbruket för att beskriva träd och dess volymer. Några av de vanligaste enheterna är enligt Lundqvist (2014):

- m^3_{sk} – Skogskubikmeter. Den beräknade volymen i trädstammen inkluderat trädtopp och bark ovan stubbkär.
- m^3_{fb} – Kubikmeter fast på bark. Trädets stamdel inkluderat barken. Jämfört med skogskubikmeter ingår inte här stammens topp.
- m^3_{fu} – Kubikmeter fast under bark. Samma som tidigare punkt förutom att barken inte är inkluderad. Detta måttslag är vanligt förekommande vid volymmätning av massaved.
- m^3_{to} – Kubikmeter fast toppmått volym under bark. Tio cm in från stockens toppände mäts diametern under bark. Det innebär att det blir ett cylindermått på stocken som blir betalningsgrundande. Enheten är vanligt förekommande vid timmervolymer.
- m^3_t – Kubikmeter travat mått. Avser ofta volym i en virkestrave. För att räkna ut volymen multipliceras travens längd, höjd samt bredd. Uträkningen inkluderar även luft.

Under senare decennier har aktiviteten för gallring varierat. Den årliga gallringsarealen ligger nu vanligen på cirka 400 000 hektar. Av de 90 miljoner m^3_{sk} som avverkas årligen kommer ca 30 procent av virket från utförda gallringar. Hur man väljer att avverka och skota ut virke fram till bilväg kan få stora konsekvenser både ekonomiskt och miljömässigt. Problem som kan uppstå vid mekaniserad gallring är att risken för rotröta ökar då maskinerna kan göra skada på stammar och rötter. För att minska risken för rotröta är en idé att avverka när medeldygnstemaeraturer understiger 5 grader Celsius. Då finns det betydligt mindre sporer i luften som kan angripa blottlagd ved och stubbar. Vid en medeltemperatur över 5 grader C finns preparat att behandla stubbens yta med för att minska risken att stubben blir angripen (Agestam, 2015).

Kostnader för avverkning i gallring varierar var man befinner sig i landet. Med en medelstam på 0,09 kostade skördaren 120 kr/ m^3_{fu} i södra Sverige år 2016 och med en medelstam på 0,10 kostade det motsvarande 107 kr/ m^3_{fu} i norra Sverige samma år. I norra delen av landet kostade skotning 69 kr/ m^3_{fu} respektive 73 kr/ m^3_{fu} i södra Sverige år 2016 (Brunberg, 2016).

Vad det gäller skogsvårdslagen finns det bestämmelser som gäller vid gallringsavverkning. Exempelvis för inte virkesförrådet efter gallring vara så lågt att markens virkesproducerade förmåga ej utnyttjas fullt ut. Stammarna ska också vara jämt fördelade över arealen samt att markskador i möjligaste mån skall undvikas (Agestam, 2015).

Det finns flera typer av gallring, exempel på några är låggallring, höggallring, krongallring, likformig gallring och kvalitetsgallring.

2.3.1 Låggallring

I låggallring avverkas främst stammar av klenare dimension för att gynna de grövre kvarvarande stammarna och ge dem bättre förutsättningar att växa sig ännu större. Vid gallring där de dominerande trädslagen är tall och gran är låggallring den vanligast förekommande gallringsmetoden (Agestam, 2015).

2.3.2 Höggallring

Vid höggallring avverkas de stammar med grövst diameter för att gynna de stammar med klenare dimension. Uttagsvolymen/ha är ofta den samma som vid låggallring men kostnaden för höggallring blir generellt lägre då man får ut en högre medelstam. Höggallring var under en period förbjuden då det ansågs att det försämrade beståndet och dess framtida tillväxt (Agestam, 2015).

2.3.3 Krongallring

En gallringsform som vanligen är aktuell vid lövskogsskötsel. Då är fokus främst på att gynna de stammar med bäst förutsättningar är utvecklas till värdefulla träd. De träd som konkurrerar med den potentiella huvudstammens krona tas bort och de träd som inte gör det lämnas kvar. Det gör att krongallrade bestånd kan vara mer eller mindre tvåskiktade (Agestam, 2015).

2.3.4 Likformig gallring

Med likformig gallring menas med att uttaget in princip är lika stort i alla kronskikt. Jämfört med låggallring blir uttagets medeldiameter högre. Det gör att kostnaderna blir lägre och intäkter högre vid en likformig gallring. Gallringskvoten ligger således runt 1. Likformig gallring kan också förknippas med ”kvalitetsgallring”. De träden med sämre förutsättningar för att utveckla goda virkeskvalitéer gallras bort till förmån för de träden som har bättre förutsättningar att producera ett kvalitativt virke, oavsett vilket skikt (Skogskunskap, 2017).

2.4 Massaved

Massaved är en råvara i form av rundvirke. Råvaran kan förädlas inom flera olika områden. Exempel på dessa är inom tillverkning av papper, emballage och kartong. Veden består av fibrer och dess egenskaper varierar beroende på trädslag. Barrved, som t.ex. gran och tall, har längre fibrer än lövved. Själva fibrerna består till stora delar av olika cellulosa. När man tillverkar pappersmassa frigör man fibrerna ur veden. För att frigöra fibrerna finns det både mekaniska och kemiska metoder (Borg, 1989). Ett vanligt förekommande sortiment inom massaved är barrmassaved. Det sortimentet får innehålla trädslag som gran, tall, lärk och ädelgran. Jämfört med ett annat sortiment, som är ren granmassaved där bara gran och Sitka får ingå, får barrmassaved ha en större andel skogsröta innan det blir vrak. Lövträdslag har också ett antal olika sortiment inom massaved. Det kan exempelvis vara björkmassaved samt lövmassaved där samtliga lövträdslag får ingå förutom Ek och Alm om inget annat har avtalats. Vid bedömning av massaved får vedbiten ha en minsta diameter på 5 cm under bark och som grövst ha en diameter på 70 cm under bark (SDC, 2017). Aptering kan ske både enligt standardlängder och fallande längder. Vid standardlängder får vedbitens längd

vara emellan 270 cm och 330 cm, annars blir det vrak. Fallande längder ger möjlighet till att kunna aptera vedbiten från 270 cm som kortast och 579 cm som längst. Bedömning av färsk massaved görs när virket ligger i trave och då kravet är att minst 90 % av travens volym ska vara färsk, annars vrakas hela traven (Adolfsson, 2016).

2.4.1 Mekanisk massa

Vid mekanisk framställning av pappersmassa kan man antingen slipa ner veden mot en slipsten, s.k. slipmassa, eller så finns det ett alternativ att man maler flisen i en skivkvarn. För att göra processen mer effektiv kan man tillsätta vatten, det gör att veden blir mjukare och lättare att fördela sönder. Jämfört med kemisk massaframställning är utbytet för mekanisk framställning betydligt högre, ca 95–98 procent av ligninet finns kvar i massaprocessen (Borg, 1989).

2.4.2 Kemisk massa

Inom kemisk massa kan man dela upp förädlingen i två olika delar, sulfitmassa och sulfatmassa. Det som i huvudsak skiljer de två olika förädlingsmetoderna om kokvätskan i huvudsak är sur eller basisk. Kemisk framställning görs genom att veden huggs ner till ett par cm stora platta bitar. Sedan kokas flisen i en s.k. tryckkokare ihop med en kemisk vätska. Denna vätska kan ha olika sammansättningar och beroende på vilken kokvätska som används kallas det sulfat eller sulfat. Utbytet av veden ligger i snitt någonstans mellan 30–60 % beroende på vilka fiberegenskaper man vill uppnå. Faktorer som b.l.a. påverkar detta är koktiden och val av temperatur (Borg, 1989).

2.5 Skotare

Den maskin som samlar in det virke som skördaren har avverkat. Det finns flera aktörer på marknaden som tillverkar skotare, några av dessa är exempelvis John Deere, Komatsu och Rottne. Skotare delas ofta in i olika storleksgrupper baserat på vilken lastkapacitet som maskinen har. Andersson (2015) redovisar 3 olika klasser där maskinen har en lastkapacitet på mindre än 10 ton kallas för en liten skotare. En maskin med lastkapacitet mellan 10 – 14 ton kallas för mellanskotare och stor skotare kallas de med en lastkapacitet över 14 och upp till ca 20 ton.

Under 1950-talet kom kanadensarna på att traktorerna skulle ersätta hästarna inom skogsbruket. Efter viss utveckling kom maskinen år 1955 till att heta Bonnard Mark IV Prehailer och ha en vikt på 7-8 ton. Ytterligare fyra år senare kom traktorn till att få griplastare och lastvagg, med andra ord var den första hjulskotaren skapad. Vid samma tidpunkt serietillverkades en skotare i Nordamerika som hette Harrison Pulpwood Harvester. Utveckling skedde samtidigt på hjullunnare som var anpassade till den Nordamerikanska stammetoden. Under våren år 1961 kom lunnaren till Sverige där en testades av VSA. Efter konstruktionsförbättring tillverkades tolv stycken skotare år 1963. Skotaren hade då ramstyrning med hydraulisk drift på bakhjulen. Maskin kom att heta "Brunett eller Bruun. Utvecklingen fortsatte och under 1970-talet kom skotarna att ersätta hästarna nästan fullt ut. Det som drev på utvecklingen av skotare var dels att konkurrenskraften på världsmarknaden ökade samt att arbetarlönerna blev högre. (Öhman, 2013)

2.6. Produktion skotning

Det som främst påverkar produktiviteten hos en skotare är avstånd till avlägg och hur stor volym maskinen kan lasta på vagnen. Definitionen av avstånd till avlägg menas med det avstånd det är från avlägg till den plats som blir när hälften av skotarens lastkapacitet är uppnådd. Andra orsaker som påverkar produktiviteten är kranens kapacitet, förarens förmåga, sortiment m.m. (Andersson, 2015).

För att öka effektiviteten i skotningen krävs det enligt Eriksson (1998) att skogsbilvägar utvecklas och byggs ut. Kommunikationen mellan planerare och förare måste vara på rätt nivå för att kunna göra det enklare och minska stressen för maskinföraren.

I flertalet olika studier har det framkommit att, när ett nytt sortiment ska sorteras sänks skotarens produktivitet med 3 - 4 %. Studierna visade också att det var mer tidseffektivt att samlasta olika sortiment när virkeskoncentrationerna på stickvägarna var lägre (Andersson, 2015).

Ett snitt för produktionen hos mellanstora skotare är 11,9 m³fub/ h(G₁₅) när enkelt transportavstånd är på 200 meter samt att förutsättningarna är att uttaget är på 50 m³fub/ha och att två sortiment tas ut. För små skotare är produktionen mellan 3,1 t.o.m. 3,8 m³fub/h(G₁₅) när medeltransportavståndet är 400 meter (Gustavsson, 2017).

Enligt Westlund (2015) finns det teorier och tester som visar att skotningsarbetet kan få lägre drivningskostnader samtidigt som körskador minskar. Med hjälp av en terrängkarta ifrån Lantmäteriets laserskanning kan planering av körvägar planeras i god innan avverkning då kartan visar blöta marker och vart det är svåra terrängförhållanden. Testerna visade att det är viktigt var de planerade överfarterna placeras och hur körvägar och avlägg positioneras.

2.6.1 Lastkapacitet

Vad som påverkar en skotares lastkapacitet kan bero på ett antal olika parametrar, exempelvis längden på det apterade virket, skotarens storlek och fukta. En skotare av fabrikatet Komatsu modell 835 får max ha en bruttolast på 11 000 kg, vilket gör att den ingår i kategorin mellanstora skotare. Beroende på olika tillval kan maskinens lastareal variera ifrån 3,8 m² – 4,4 m² (Komatsu, 2018). Genom att multiplicera medellängden på virket med lastarean ges då totalvolymen i travat mått. För att få fram en fastvolym under bark multipliceras volymen med ett omräkningstal på 0,56. För att räkna ut lastindex divideras maskinens totala tillåtna bruttolast med maskinens vikt. Komatsu 835 har ett lastindex på 0,7. Blir index högre än ett kan skotaren lasta mer än sin egen vikt. Detta är vanligare vid skotare av mindre storlek (Media, 2018).

Tabell 2.1. Räkneexempel på hur stor volym en skotare kan få med sig med en medellängd på 4,4 meter.

Medellängd, virke	4,4	m
Lastarea	4,1	m ²
Volym	18,0	m ³ t
Volym	10,1	m ³ fub

Tabell 2.2. Räkneexempel på hur stor volym en skotare kan få med sig med en medellängd på 4,8 meter.

Medellängd, virke	4,8	m
Lastarea	4,1	m ²
Volym	19,7	m ³ t
Volym	11,0	m ³ fub

Tabell 2.3. Räkneexempel på hur stor volym en skotare kan få med sig med en medellängd på 5,2 meter.

Medellängd, virke	5,2	m
Lastarea	4,1	m ²
Volym	21,3	m ³ t
Volym	11,9	m ³ fub

2.6.2 Lastutnyttjande

Ett lastutnyttjande visar i procent hur mycket av en skotarens totala tillåtna lastvikt som utnyttjas vid en viss tidpunkt. Blir % - andelen över 100 % räknas det som att skotaren har överlast (Media, 2018).

Tabell 2.4. Räkneexempel på hur mycket en skotarens lastutnyttjade används vid en medellängd på 4,4 m då bruttolasten max får vara 11 000 kg.

Medellängd, virke	4,4	m
Lastarea	4,1	M ²
Volym	18,0	m ³ t
Volym	11,7	m ³ fpb
Massa, 800kg/m ³ f	9 381	kg
Bruttolast	11 000	kg
Lastutnyttjade	85,3%	

Tabell 2.5. Räkneexempel på hur mycket en skotarens lastutnyttjade används vid en medellängd på 4,8 m då bruttolasten max får vara 11 000 kg.

Medellängd, virke	4,8	m
Lastarea	4,1	M ²
Volym	19,7	m ³ t
Volym	12,8	m ³ fpb
Massa, 800kg/m ³ f	10 234	kg
Bruttolast	11 000	kg
Lastutnyttjade	93,0%	

Tabell 2.6. Räkneexempel på hur mycket en skotarens lastutnyttjade används vid en medellängd på 5,2 m då bruttolasten max får vara 11 000 kg

Medellängd, virke	5,2	m
Lastarea	4,1	m ²
Volym	21,3	m ³ t
Volym	13,9	m ³ fpb
Massa, 800kg/m ³ f	11086	kg
Bruttolast	11 000	kg
Lastutnyttjade	100,8%	

Figureerna visar exempel på hur mycket av lastutnyttjandet på en skotare som utnyttjas. Längden på virket och densiteten är två viktiga aspekter att ta hänsyn till vid beräkning av en skotares lastutnyttjande. Genom att multiplicera virkets medellängd med lastarean på vagnen ges en volym i travat mått. För att få ut en fastvolym ifrån travat mått finns det ett schablonmått enligt Nordfjell (2014) att fastvolymen på bark är ca 65 % av volymen i travat mått. Beroende på skillnader i densitet i virket är ett schablonsmått att massa väger ca 800 kg/m³f. Genom att då multiplicera den totala fastvolymen med 800 kg ges då svaret på vad lasten väger totalt på vagnen. För att sedan få fram hur stor del av lastutnyttjandet som används divideras den totala volymen med skotaterns totala tillåtna bruttolast. Jämför man mellan dessa tre räkneexempel visar det att lastutnyttjandet ökar ifrån 83,3% till 93,0 % när medellängden ökar med 4 dm. Lastutnyttjandet når över 100 % när medellängden på virket blir 5,2 m.

2.6.3 Band och Slirskydd

Band och slirskydd används på skotaren för att få ökat markgrepp vid svårare terrängförhållanden som exempelvis branta lutningar eller svåra snöförhållanden. Banden ger också minskat marktryck då vikten av maskinen fördelas ut på en större yta, detta medför även att marken skonas då marktrycket minskar, på så vis minskas markskadorna i skog och mark. Detta gör även att skotaren kan lasta mera utan att skada marken ytterligare och får på så vis ökad produktivitet (ECO-Tracks, 2018).

2.6.4 Bränsleförbrukning

Från år 1985 minskade bränsleförbrukningen från 2,5 liter/ m³fub till år 2006 då förbrukningen var 1,7 liter/m³fub. Vid ny undersökning 2012 hade bränsleförbrukningen ökat med 9 procent. Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner har ökat mycket på grund av snörika vintrar och tyngre maskiner, vilket medför högre belastning för dieselmotorn. Ytterligare en anledning är större motorer med mer hästkrafter samt ökad användning av band och slirskydd som gör att maskinen blir tyngre. År 2006 var förbrukningen liter/ m³fub för skotare och skördare 1,71 liter/ m³fub och år 2012 var förbrukningen 1,86 liter/ m³fub. Detta motsvarar år 2006 då en skotare förbrukade 11,8 liter/ h(G₁₅) jämfört med 2012 då en skotare förbrukade motsvarande 12,8 liter/ h(G₁₅). En generalisering är att förbrukning för en gallringskotare är ca 1.04 liter/ m³fub och en slutavverkningsskotare drar ca 0,78 liter m³fub (Brunberg , 2012) (Brunberg, 2006).

3. MATERIAL OCH METODER

Studien har utförts med hjälp av Sydved och en av deras entreprenörer. Platsen för försöksytan var i en grandominerad förstagallring utanför Värnamo. Kontakten till entreprenören gick först via distriktschefen som sedan vidareförmedlade oss till en virkesköpare som i sin tur hjälpte till att välja ut bestånd som ansågs vara representativa för undersökningen. Det sortiment som togs ut vid fältundersökningen var granmassaved.

3.1 Framtagning av fältblankett för tidsstudie

Inför fältstudien arbetades en mall fram för hur testet skulle se ut och vilka parametrar som skulle dokumenteras. Tiden för hur lång tid det skulle ta för skotaren att samla in virket på vagnen och få det till avlagt vid bilväg var själva undersökningens huvudsyfte. Den tid som inte räknades in var tiden för transport fram till bilväg då det blev svårt med olika skotningsavstånd på basvägen. Informationen som samlades in skulle sedan vara enkelt att jämföra mellan de olika stickvägarna där medellängden på massabitarna skulle vara olika. I en av stickvägarna skulle medellängden på massavedsbitarna vara 4,4 meter och i den andra stickvägen skulle medellängden vara 4,8 meter. Tanken var att terrängen där provytorna skulle bli placerade skulle vara relativt plant och att de olika stickvägarna skulle vara så identiska som möjligt på respektive provyta.

3.2 Maskinlag

I denna studie har en maskingrupp använts. Entreprenören som deltog under fältundersökningen är verksam inom distrikt Jönköping. Vid fältundersökningen användes en skotare av typen Komatsu 835 och en Komatsu 901 TX skördare.

3.3 Utförande av fältstudie

Studien utfördes genom att skördaren avverkade 18 stickvägar parallellt. I varje stickväg var målet att den totala volymen virke i provyta skulle vara så nära 8 m³fub som möjligt. De medellängder som skördarföraren skulle försöka att sträva efter var 4,4 meter på nio av provytorna och 4,8 meter på de övriga noll till nio provytorna. Medellängder togs fram med hjälp av inställningar i skördardatorns olika apteringsinstruktioner. Försökstorna genomfördes i ett gallringsbestånd med en medelstam på 0,056 m³fub i uttaget, där gran var det dominerade trädslaget. Topografin för beståndet var plant med en god bärighet, vilket gjorde möjligt att använda sig av stickvägarna flertalet gånger utan risk för körskador. För att kunna säkerställa att testet skulle genomfört på ett så likvärdigt sätt som möjligt planerades stickvägarnas position med snittsling. Sedan markerades även början och slutet på respektive provyta med två olika färger på snittselbanden. Detta för att skotaren skulle kunna särskilja på de två olika medellängderna. Inför testets början placerade sig skotaren vid stickvägens ände, för att sedan arbeta sig mot det tilltänkta avlägget. Tidtagningen började med när gripen lämnade lastredet på skotaren. Därefter mättes tiden som det tog för skotaren att lasta på virket på vagnen som låg utmed stickvägen. Sedan mättes också tiden som det tog för skotaren att lasta av virket vid avlägg. Efter att virket var avlastat ställde sig skotaren i nästa stickvägsände och gjorde exakt samma sak, förutom att denna gång var medellängden på massavedsbitarna inte densamma. När detta moment också var utfört gick det att jämföra hur lång tid respektive medellängd

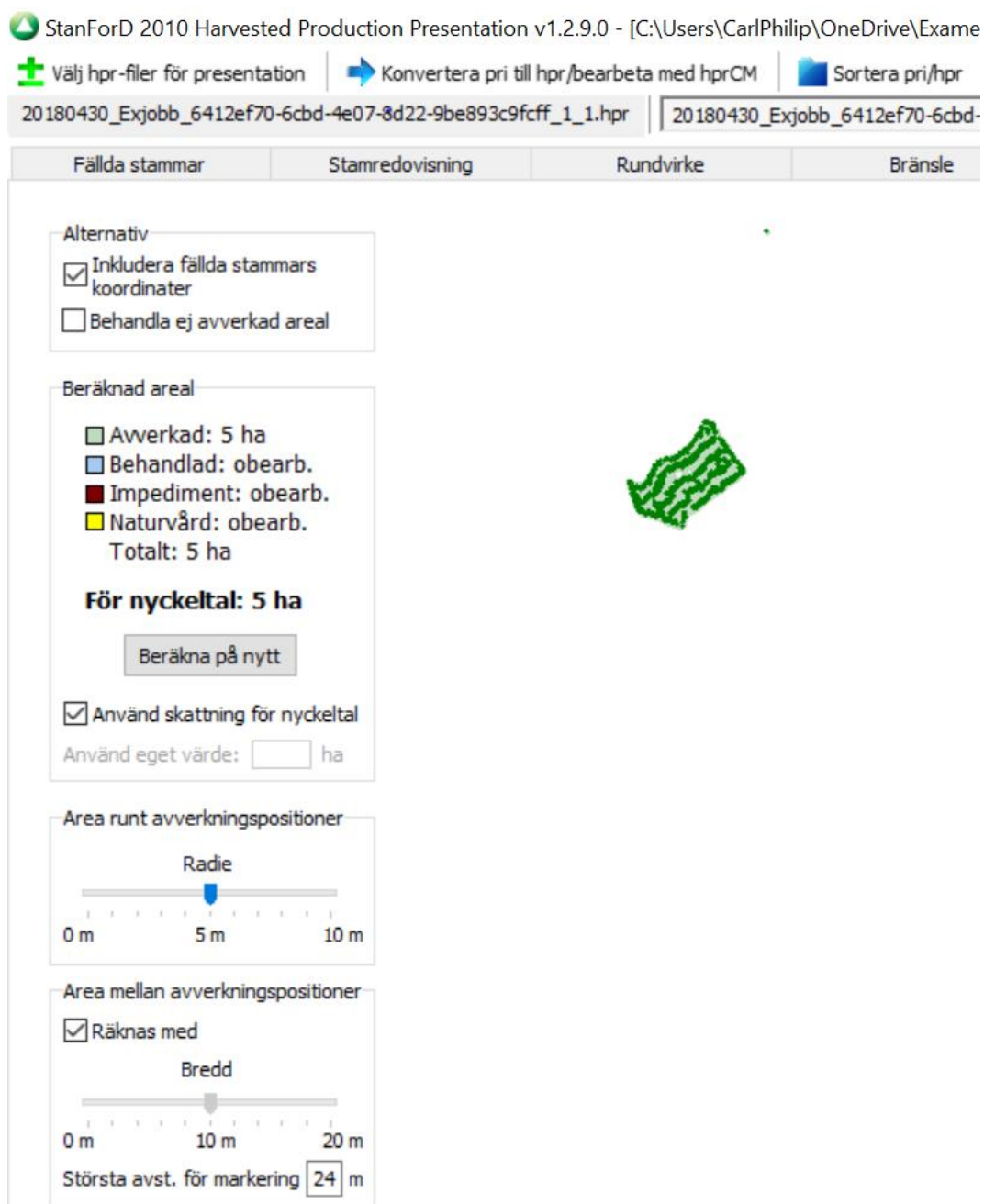
tog för lastning och lossning vid avlägg. Den tid som inte räknades in var transporten från lastningsmoments slut fram till avlägg, det vill säga basvägstransporten.

3.4 Bearbetning av datainsamling

När avverkningen var avslutad lagrades den insamlade datan ifrån skördardatorn på ett USB-minne för att sedan kunna analyseras i Hpr-analys. Via programmet kunde medelstam och den totala avverkningsvolymen tas fram. Skördardatorn strävar efter vissa förutbestämda längder men det inte säkert att medellängden blir exakt ändå. Datorn var förinställd på att aptera mot en medellängd på 4,4 meter, dock visade det sig efter summering att medellängden på det korta medellängden hade blivit 4,5 meter.

Per träslag	Per produktgrupp		Per produkt		Stampris	Topp
	Totalt	TALL	GRAN	BJÖRK	ÖVR LÖV	
Antal stammar (st)	3402	0	2751	651	0	
Volym (m3fub)	189.4	0	152.1	37.3	0	
Varav oklass (m3fub)	7.1	0	5.2	1.9	0	
Medelstam (m3fub)	0.056		0.055	0.057		
Värde (kr)	0	0	0	0	0	
Antal enskilt upparbetade (st)	2784	0	2181	603	0	
Volym (m3fub)	174.6	0	138.5	36.1	0	
Medelstam (m3fub)	0.063		0.063	0.06		
Antal flerträdshanterade (st)	618	0	570	48	0	
Volym (m3fub)	14.8	0	13.7	1.2	0	
Medelstam (m3fub)	0.024		0.024	0.024		

Figur 3.1. Bearbetad information i programmet Hpr-analys.



Figur 3.2. Kartbild i Hpr-analys som visar hur stickvägarnas dragning blev i provbeståndet.

4. RESULTAT

I detta kapitel redovisas den data som samlades in under fältundersökningen. I de totalt 18 provytor som undersöktes har var varje provyta bearbetats och redovisas i figurform och text. Eftersom att skördardatorn inte alltid kan styra till exakta medellängder beroende på ståndstyp, trädens längd och medvolym blev medelängen i detta test 4,5 meter respektive 4,8 meter. Snittavverkningen på varje stickväg var 8,4 m³fub på kortare medellängden och 8,7 m³fub på den längre medellängden.

4.1 Prestation lastning

Prestationen för lastningen sammanfattades i ett medeltal för respektive medellängd. Den enhet som användes vid resultatframställningen var minuter och sekunder i decimalform. Testerna visade att tidsåtgången med en ökad medellängd blev lägre p.g.a. att det krävdes färre griptag för att samla in den avverkade volymen. Enligt detta test är det 13 % mer effektivt i tid att lasta med en medellängd på 4,8 meter respektive 4,5 meter. Vid jämförelse av pålastning m³fub/min är det 14 % mer effektivt att lasta med den längre medellängden. Detta medför en bränslebesparing eftersom det inte kräver lika många krancykler.

Tabell 4.1. Redovisning av prestation med en medellängd på 4,5 meter vid pålastning av rundvirke samt ett redovisat medelvärde.

Medellängd 4,5m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Pålast. Min	11,28	15,23	15,4	10,63	17,8	13,22	20,07	11,45	14,58	14,41
m³fub/min. Pålastning	0,77	0,56	0,55	0,73	0,46	0,61	0,44	0,79	0,56	0,61

Tabell 4.2. Redovisning av prestation med en medellängd på 4,8 meter vid pålastning av rundvirke samt ett redovisat medelvärde.

Medellängd 4,8m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Pålast. Min	16,03	10,43	14,3	15,08	13,05	11,43	12,73	10,02	10,13	12,58
m³fub/min. Pålastning	0,50	0,85	0,57	0,71	0,64	0,72	0,70	0,85	0,82	0,70

4.2 Prestation avlastning

Prestationen för lastningen sammanfattades i ett medeltal för respektive medellängd. Den enhet som användes vid resultatframställningen var minuter och sekunder i decimalform. Testerna visade att tidsåtgången med en ökad medellängd blev lägre p.g.a. att mer volym kunde lastas av vid varje griptag. Det medförde färre krancykler. Den totala m³fub/min vid avlastningen med en längre medellängd jämfört med den kortare var 16 %. Vid avlastningen var det mer effektivt att lasta av med en längre medellängd. Där tidsbesparingen var 22 % jämfört med den kortare medellängden.

Tabell 4.3. Redovisning av prestation med en medellängd på 4,5 meter vid avlastning av rundvirke samt ett redovisat medelvärde.

Medellängd 4,5m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Avlast. Min	3,07	2,8	2,95	2,85	2,8	2,8	3	2,75	3,18	2,91
m³fub/min. Avlastning	2,82	3,05	2,85	2,74	2,91	2,88	2,92	3,28	2,56	2,89

Tabell 4.4. Redovisning av prestation med en medellängd på 4,5 meter vid avlastning av rundvirke samt ett redovisat medelvärde.

Medellängd 4,8m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Avlast. Min	3,28	2,80	2,20	2,45	2,18	2,43	2,07	2,53	2,07	2,45
m³fub/min. Avlastning	2,42	3,16	3,71	3,66	3,82	3,39	4,28	3,35	4,01	3,53

4.3 Prestation totalt

De moment som ingår i den totala tidsåtgången är lastning och lossning. I undersökningen ingår inte körningen som skotaren gör ifrån stickväg fram till avlägg. Uträkning visar att med en medellängd på 4,8 meter jämfört med 4,5 meter görs en tidsbesparing på totalt 13 %. Den totala tidsbesparingen m³fub/min sett till de två momenten är 21 %. Det motsvarar 3 min och 20 sekunder på ett lass med cirka 8 m³fub.

Tabell 4.5. Redovisning för den totala prestationen av de moment som har undersökts, d.v.s. lastning och lossning, samt ett redovisat medelvärde med en medellängd på 4,5 meter.

Medellängd 4,5m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Totalt. Min	14,28	17,08	18,37	15,47	20,78	16,03	23,07	14,18	17,75	17,45
m³fub/min. Totalt	2,24	2,18	2,07	2,30	2,06	2,18	1,92	2,38	1,97	2,14

Tabell 4.6. Redovisning för den totala prestationen av de moment som har undersökts, d.v.s. lastning och lossning, samt ett redovisat medelvärde med en medellängd på 4,8 meter.

Medellängd 4,8m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Totalt. Min	19,03	13,25	16,98	17,55	15,28	13,85	15,23	12,53	12,8	15,17
m3fub/min. Totalt	1.96	2.59	2.76	2.68	2.87	2.70	3.05	2.72	3.12	2.72

4.4 Medelhastighet för skotare vid pålastning

En av anledningarna till att längden på stickvägarna är längre eller kortare beror på att virkeskoncentration i beståndet inte är exakt lika. Detta påverkar resultatet genom att terminaltiden, d.v.s. när skotaren lastar, lossar eller körning under lastning på vissa vägar blir betydligt längre. På så vis får man också en längre körtid med skotaren i pålastningsmomentet vilket också ger ökad terminaltid. Detta har inverkan genom att den längre medellängden i denna undersökning påverkas positivt vad gäller tidsåtgång för terminaltiden. Detta blir då något missvisande då produktions ökning inte är lika stor som tiderna visar. Detta visar att där medellängden var 4,8 meter har väglängden för pålastning varit kortare sett

i antal meter samtidigt som medelhastigheten i m/min under pålastning har varit högre.

Tabell 4.7. Redovisning för hastigheten på skotaren under terminaltid på respektive provyta och i snitt med en medellängd på 4,5 meter.

Medellängd 4,5m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Stickvägens längd i m	74	155	153	124	171	136	215	92	104	136
Tid min	11,28	15,23	15,4	10,63	17,8	13,22	20,07	11,45	14,58	14,4
m/min	6,56	10,18	9,94	11,67	9,61	10,29	10,71	8,03	7,13	9,44

Tabell 4.8. Redovisning för hastigheten på skotaren under terminaltid på respektive provyta och i snitt med en medellängd på 4,8 meter.

Medellängd 4,8m										
Provyta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medel
Stickvägens längd i m	154	93	247	140	120	124	96	66	75	124
Tid min	16,03	10,43	14,3	15,08	13,05	11,43	12,73	10,02	10,13	12,58
m/min	9,61	8,92	17,27	9,28	9,20	10,85	7,54	6,59	7,40	9,85

4.5 Bilddokumentation

Under fältstudien fotograferades bl.a. två lass med cirka 8 m³fub på respektive lastrede. Bilderna visar tydligt hur lastredets lastutnyttjande påverkas. Det blir extra tydligt vid jämförelse av lasthöjden av massaveden.



Figur 4.1. Ett lass på cirka 8 m³fub massaved med en medellängd är 4,8 meter.



Figur 4.2. Ett lass på cirka 8 m³ub massaved med en medellängd är 4,5 meter.

5. DISKUSSION

5.1 Varför fokus på dessa medellängder?

Anledningen till att vi valde att fokusera på medellängderna 4,5 meter och 4,8 meter var för att vi ansåg att de längderna var mest relevanta för undersökningen. En fråga som det diskuteras mycket idag inom skogsbruket är hur miljöpåverkan kan minskas. Väljer man att öka medellängden på massaveden blir det automatiskt en högre volym i varje lass, vilket resulterar i kortare körtid och minskad bränsleförbrukning för skotning. Detta skulle också kunna ge en minskad tidsåtgång vid lastning och lossning vid rundvedstransporter. På så vis bidra till en ökad produktivitet även för rundvedstransporterna. Även då vi transporterar virket på tåg blir det en snabbare hantering vid lastningen och lossning av virket inne på olika terminaler, kan man hantera en större mängd massaved med timmertruckarna på kortare tid vid förflyttning av massaved. Detta skulle på så vis medföra att produktiviteten ökar i alla led vilket medför att klimatpåverkan kommer att minska samtidigt som det då ger möjlighet att få ut mera pengar per producerad kubikmeter massaved.

5.2 Fördelar med längre massaved

Skador på rötter och stammar tenderar till att bli lägre när det körs mindre inne i beståndet. En aspekt att ta hänsyn till är att längre medellängder ställer högre krav på maskinförarens färdigheter inom kranmanövrering eftersom det lättare kan blir skador på kvarvarande stammar, främst vid förstagallringar. Detta beroende av att massavedsbitarna blir ca 30 cm längre i de fall då medellängden är 4,8 m. Vill man vara så effektiv som möjligt gäller det att anpassa så skotarens lastutnyttjande är 100 % vid varje lass, då kan längre medellängder vara ett alternativ. Vissa mindre skotare har generellt ofta fler transporter och mer körtid jämfört med mellanskotare eller en stor skotare anledningen till det är att skotaren inte har den lastkapacitet som en mellan eller stor skotare. De fall där det syns tydligast på produktiviteten är vid långa basvägstransporter då de större skotarna får med sig mera volym per lass. Därför ligger det i tiden att undersöka hur en ökad medellängd av virket kan påverka skotarens produktivitet. Detta skulle på så vis även göra att de mindre skotarna får med sig mer i varje lass och på så vis blir mera produktiva framförallt vid långa basvägstransporter. Ytterligare fördelar är att om det är kuperad terräng kan skotarförare välja att lasta lite mindre för att på så vis få ner tyngdpunkten på den lastade volymen vilket gör att med den längre medellängden ändå få med sig en hög volym virke ut till avlägg, utan att öka risken att skotaren välter beroende av den högre tyngdpunkten.

5.3 Faktorer som kan påverka testresultatet

En faktor som kan påverka resultatet är beståndets virkeskoncentration då det kan leda till att lastningsmomentet tar olika lång tid där av syns också i att det finns en spridning bland stickvägarnas längd. I detta fall är även medelhastigheten något som har inverkan på resultatet. Som vi kunde se på resultat delen så har de lass med 4,8 meter i medellängd både högre hastighet och kortare körsträcka. Detta medför då att det ger ett ytterligare positivt resultat för den längre medellängden än vad det i själva verket är. Detta beror även på att transportsträckan för att få fullt lass blir betydligt kortare med en högre virkeskoncentration. Varierade

topografi kan ge skiftande tidsåtgång då föraren måste anpassa sin körning till rådande förhållanden som exempelvis stenig terräng. Förarens vana att framföra just den typ av skogsmaskin skulle kunna vara en faktor som kan påverka testresultatet. Avverkningsmomentet är också något som kan påverka resultatet då lastningsmomentet utförs betydligt snabbare och smidigare om skördarföraren har gjort ett bra förarbete genom att placera massaveden i fina och jämn dragna virkeshögar längs den tilltänkta stickvägen. Det vi inte har testat i denna studie är hur utfallet skulle bli om man istället skulle befinna sig på mark med dålig bärighet skulle man då kunna lasta med 100 % lastutnyttjande eller inte. Hur fungerar det att arbeta med en längre medellängd som exempelvis 4,8 meter där terrängen är betydligt mycket mera kuperad än i den utförda studien får vi då samma resultat, kanske kan man göra tester med skotarens medelhastigheter under basvägskörningen för att kunna se helheten i produktionsökningen.

5.4 Inspel och tankar under testets utförande

Tankar som diskuterades med både skördarförare och skotarförare under testets utförande var exempelvis att virket vid avlägg kräver betydligt mera pålats i djupled vilket gör att det krävs något djupare avlägg än tidigare det som dock konstaterades samtidigt var att det då inte kommer att behövas lika lång vägsträcka för att få plats med samma volym virke. Senare diskuterades också stickvägarnas utförande för att inte öka andelen stamskador. Det är en fördel om de är så raka som möjligt för att minimera risken för att de längre virkesbitarna ska skava det trädet som står vid en eventuell sväng på stickvägen. Som vi tidigare pratat om är testet utfört på plan och slät mark vilket gör att det i en mer svåråtkomlig terräng skulle det kunna bli betydligt svårare att lasta bitarna med längre medellängd. Den längre medellängden gör även att maskinen får ett högre lastutnyttjande vilket gör att det blir en tyngre maskin och därför kräver mark med god bärighet för att klara av även med en längre medellängd att skona marken på ett bra sätt. Vid tillfällen med dålig bärighet kan skotarförare välja att lasta mindre lass och får istället på så vis ner vikten på maskinen och klarar då av att skona marken på ett bra sätt så att det uppstår minimala körskador.

5.5 Idéer till framtida examensarbete

Som framtida examensarbete skulle man kunna undersöka hur detta påverkar timmerbilstransporterna i lastning och lossning. Vidare hur mycket det påverkar hantering av massaveden på massabruken om det skulle göra att hanteringen av massaved påverkas positivt på grund av längre medellängd och på så vis en tidsbesparing. Ytterligare idéer som skulle kunna undersökas är om produktiviteten även på skördaren ökar om medellängden på massaveden ökar vilket skulle kunna medföra mindre antal kap som måste göras på varje stam eller är det en försämring med längre medellängd för skördaren. Framtida studier skulle även kunna utföras i slutavverkning för att se om det även i den typen av avverkning har inverkan på produktionen av skotare och skördare.

För att få en större säkerhet i testresultatet skulle detta kunna utföras på betydligt fler områden samtidigt som man får med helheten i själva skotningsmomentet där även basvägarna får en inverkan på resultatet och inte bara lastningsmomenten. Detta skulle kunna göras genom att man på hela objekt styr medellängderna till 4,5 eller 4,8 och låter skotarföraren rapportera in som vanligt och på så vis få en spridning över flera olika objekt där man då även får möjlighet att se hur stor

betydelse det har om man befinner sig på mark med dåliga terräng förhållande med dålig bärighet och med kuperad terräng jämfört med goda förhållanden.

6. SAMANFATTNING

Två studenter på Skogsmästarprogrammet i Skinnskatteberg har utfört ett examensarbete på uppdrag av Sydved AB. Syftet med rapporten var för att se om produktiveten hos en skotare blev högre med styrning mot en medellängd på 4,8 meter av massabitarna kontra en styrning mot en medellängd på 4,5 meter. Några av de parametrar som påverkar en skotares produktivitet är virkeskoncentration, skotningsavstånd och förarens skicklighet.

För att få fram ett resultat gjordes en datainsamling ute i fält med hjälp av Sydveds entreprenörer. Provllokalen var ett granbestånd utanför Värnamo som stod inför en förstagallring. Skördaren avverkade först 18 stycken stickvägar med en medelstamsvolym i uttaget på 0,056 m³fub. Snittavverkningen på varje stickväg var 8,4 m³fub på kortare medellängden och 8,7 m³fub på den längre medellängden. Det sortiment som togs ut var granmassaved. På nio av dessa stickvägar var medellängden på det apterade virket 4,5 meter och på de övriga nio stickvägarna hade det fällda virket upparbetats till en medellängd på 4,8 meter. Stickvägarnas längd varierade beroende på uttaget i respektive stickväg som berodde på variationer i beståndet. Efter avverkningen var skotarförarens uppgift att på tid samla in virket samt att lasta av virket vid avlägg. Tidsåtgången dokumenterades och samlades in på plats för att sedan bearbetas i analysprogrammet Hpr-analys.

Tiden det tog i snitt att lasta på virket vid medellängden 4,5 meter var 14 minuter och 25 sekunder. Tiden för avlastning var 2 minuter och 55 sekunder. Vid medellängden 4,8 meter tog det i snitt 12 minuter och 35 sekunder att lasta och 2 minuter och 27 sekunder att lasta av virket. Den totala tiden som det tog i snitt för skotarföraren att göra hela momentet, det vill säga lasta och lossa, med en medellängd på 4,5 meter i snitt tog 17 minuter och 27 sekunder. Vid medellängden på 4,8 meter tog den genomsnittliga tiden 15 minuter och 10 sekunder att göra motsvarande momentet. Det ger en tidsbesparing på 20 sekunder/m³fub och 3 minuter och 20 sekunder per lass med en skotare där lastkapaciteten är 10 m³fub.

Det visade sig genom denna sammanställning att det är mer effektivt att sträva efter längre medellängder. Skotarens lastutnyttjande blir högre vilket betyder att en högre volym virke skotas ut varje gång som i sin tur kan leda till minskad körning och bränsleförbrukning.

7. REFERENSLISTA

7.1 Publikationer

- Adolfsson, J. (2016). *8.01 Komplettering till nationella mättningsinstruktioner för kvalitetsbestämning*. VMF Syd.
- Agestam, E. (2015). *Skogsskötselserien - Gallring*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Andersson, A. (2015). *En analysmodell för skotning med komatsu skotare*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Borg, O. F. (1989). *Papper och pappersmassa - en grundbok*. Markaryd: Sveriges skogsindustriförbund.
- Brunberg, T. (2012). *Bränsleförbrukning hos skogsmaskiner 2012*. Uppsala: Skogforsk.
- Brunberg, T. (2004). *Underlag för produktionsnormer för skotare*. Gävle: Skogforsk.
- Brunberg, T. (2006). *Bränsleförbrukning hos skördare och skotare 2006*. Uppsala: Skogforsk.
- Brunberg, T. (2016). *Skogsbrukets kostnader och intäkter 2016*. Hämtat från Skogforsk:
<https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2017/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2016/>
- Eco Track. (den 22 02 2018). Hämtat från Eco Track: <http://www.eco-tracks.se/>
- ECO-Tracks. (den 27 02 2018). Hämtat från Pro-grip: <http://www.eco-tracks.se/produkter/pro-grip>
- Eriksson, P. (1998). *Skotare - teknik och metod*. Uppsala: Skogforsk.
- Forest, K. (den 7 Mars 2018). *Specifikationer*. Hämtat från <https://www.komatsuforest.se/produkter/V%C3%A5ra-skotare/835>
- Gustavsson, H. (2017). *Tidsstudie och kvalitetsuppföljning vid jämförelse av små och konventionella skördare och skotare i förstagallring*. Umeå: SLU.
- Komatsu. (den 22 05 2018). Hämtat från Komatsu:
<https://www.komatsuforest.se/produkter/V%C3%A5ra-skotare/835>
- Lundqvist, L. (2014). *Skogsskötselserien - Slutavverkning*. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Industripress. (den 17 Januari 2018). *Industripress.se*. Hämtat från <http://www.industripress.se/skog/marknaden-fa-r-sma-skogsmaskiner-2017-unik-sammansta-llning>

Nordfjell, T. (2014). Lastutnyttjande. *Lastutnyttjande, tavelgenomgång inför beräkning av maxlast av virke. Föreläsning i skogsteknik*. Skinnskatteberg.

SDC. (2017). *Kvalitetsbestämning av massaved*. Sundsvall: SDC.

Skogskunskap. (den 13 10 2017). *Gallringsform och gallringskvot*. Hämtat från Gallringsform och gallringskvot: <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/gallra/gallringsprogram-och-stamval/gallringsformer/>

Westlund, K. (den 1 April 2015). *Skogforsk.se*. Hämtat från 20 procent kortare skotning: <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2015/20-procent-kortare-skotning/>

Öhman, E. (2013). *Hjulskotarens tekniska utveckling*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet.

7.2 Personliga kontakter

Rönnqvist, A. (den 01 02 2018). Företagsbeskrivning Sydved. (J. Nordstrand, Intervjuare)

8. Bilagor

Bilaga 1. Mall för insamling av data för fältstudie.

Utförande av fältstudie, Ex-jobb

Försök nr			
Plats			
Datum			
Avverkad Volym. Kort	__ m ³ fub	Medellängd	_____ m
Avverkad Volym. Lång	__ m ³ fub	Medellängd	_____ m
Maskintyp Skotare			
Entreprenör			
Tid. Pålast. Kort			min:sek
Tid. Avlast. Kort			min:sek
Tid totalt. Kort			min:sek
Tid. Pålast. Lång			min:sek
Tid. Avlast. Lång			min:sek
Tid totalt. Lång			min:sek
Tid, diff kort och lång			min:sek

Kommentar: